

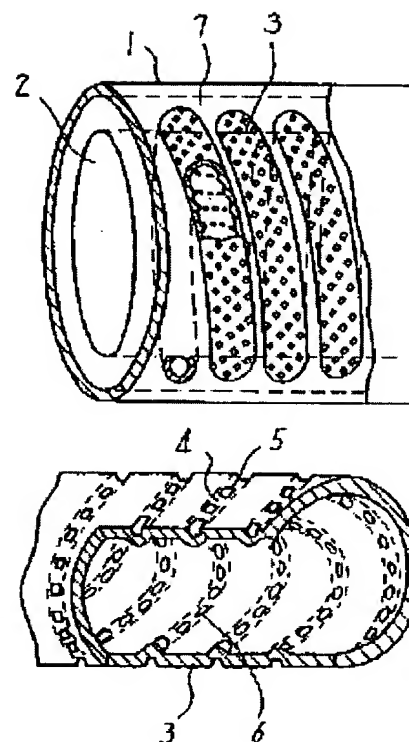
## HEAT EXCHANGER AND MANUFACTURE THEREOF

**Patent number:** JP61280390  
**Publication date:** 1986-12-10  
**Inventor:** TAKAHASHI KENJI; others: 05  
**Applicant:** HITACHI LTD; others: 01  
**Classification:**  
- international: F28F1/08; B21D53/02; F28D7/02; F28F1/36  
- european:  
**Application number:** JP19850034390 19850225  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP61280390

**PURPOSE:** To induce turbulent flow in fluid and to obtain high heat transfer performance by a method wherein the outer surface of a heat transfer tube, wound around the outer periphery of the inside tube of double tube, is provided with the rows of indentation discontinuously so that the protrusions, formed on the inner surface of the tube, are formed so as to be circular, elliptical or non-symmetric elliptical curve.

**CONSTITUTION:** The heat transfer performance of fluid, flowing through a gap 7 between double tubes, generates heat transfer promoting effects by the constitution wherein the flow of fluid is disturbed by the change of sectional area of flow path due to the heat transfer tube 3 wound spirally therearound while the sectional area of the flow path are fluctuated more finely by the indentions 5 on the outer surface of the heat transfer tube 3 and the flow is accelerated or decelerated locally at the parts of the indentions 5. On the other hand, the inner heat transfer surface of the heat transfer tube 3 is formed with eddies in the rear flows of respective protuberances 6. The main flow is accelerated by narrowing the sectional area of flow path locally at the part of the protrusion 6 and the static pressure of the fluid is reduced, therefore, a pressure difference is generated between the existing parts and non-existing parts of the protuberances 6, the fluid flows from a part, whereat the pressure is high, to a part, whereat the pressure is low, these flow lines are joined and generate vertical vortex having the rotating axis in the axial direction of the tube and the high heat transfer promotion may be obtained by the effect of the vertical vortex.



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-280390

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)12月10日

F 28 F 1/08

6748-3L

B 21 D 53/02

6778-4E

F 28 D 7/02

7710-3L

F 28 F 1/36

6748-3L

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑥ 発明の名称 熱交換器およびその製作方法

⑦ 特 願 昭60-34390

⑧ 出 願 昭60(1985)2月25日

⑨ 発 明 者 高 橋 研 二 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑩ 発 明 者 桑 原 平 吉 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑪ 発 明 者 柳 田 武 彦 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑫ 発 明 者 中 山 恒 土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑬ 発 明 者 大 泉 清 土浦市木田余町3550番地 日立電線株式会社土浦工場内  
 ⑭ 発 明 者 杉 本 滋 郎 土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内  
 ⑮ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ⑯ 出 願 人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

1. 発明の名称 熱交換器およびその製作方法

2. 特許請求の範囲

1. 二重管の内側の管の管外周に、別個の伝熱管を螺旋状に巻き付けてなる熱交換器において、前記二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管を、その伝熱管の管外表面に形成される少なくとも一条の螺旋曲線に沿って断続的に管外表面に凹みの列を設け、その凹み形成にともなつて管内面に、底面および任意の高さにおける横断面形状が円形、楕円形または非対称楕円曲線をなし、その横断面積が高さ方向に減少するような突起の列が形成された伝熱管としたことを特許とする熱交換器。

2. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管を、その伝熱管の管外表面に設けた凹みの列以外の平滑面上に、フィン間隔を密にした微細フィンを形成した伝熱管としたものである熱交換器。

3. 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管を、その伝熱管の管外表面の凹みおよび管内面の突起の列が管軸方向に千鳥状に配列された伝熱管としたものである熱交換器。

4. 二重管の内側の管の管外周に、別個の伝熱管を螺旋状に巻き付けてなる熱交換器の製作方法において、前記二重管の内側の管の管外周に巻き付けるべき伝熱管を、あらかじめ、先端が円弧状あるいは矩形状の突起をもつ歯車状のローンを当該伝熱管の管外表面に押圧しつつ、少なくとも一条の螺旋曲線に沿って転動することによつて、当該伝熱管の管外表面に断続的な凹みの列を形成し、その凹み形成にともなつて管内面に、底面および任意の高さにおける断面形状が円形、楕円形または非対称楕円曲線をなし、その横断面積が高さ方向に減少するような突起の列を形成するように加工したのち、その加工した伝熱管を、上記二重管の内側の管の管外周に螺旋状に巻き付けることを特徴とする熱交換器。

器の製作方法。

5. 特許請求の範囲第4項記載の方法において、歯車状のロールの円弧状あるいは矩形状の突起を丸みを備えた形状として、このロールにより形成される凹みの形状に曲率を付与するようにした熱交換器の製作方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔発明の利用分野〕

本発明は、熱交換器およびその製作方法に係り、例えば吸収式冷温水機、空気調和機、化学プラントなどに供される二重管式熱交換器において、特に二重管の内側の管外周に、別個の伝熱管を螺旋状に巻き付けるものの熱交換性能向上に最適な、熱交換器およびその製作方法に関するものである。

#### 〔発明の背景〕

一般に、空気調和機や冷凍機等の熱交換器には伝熱管が設けられており、これらの管の内面の構造は管に加工を施さない平滑管のほか、特公昭49-31863号公報記載の例のように管壁内側に転造用の加工プラグを挿入し、溝加工を行うこ

(3)

さらに、この転造プラグによる方法では、伝熱管内面に突起を形成することは可能であるが、管外面にさらに伝熱促進効果を付加させるための凸凹面構造を構成するための加工を行うためには、転造プラグによる加工とは別の工程が必要となるのでコストアップとなる問題があつた。

#### 〔発明の目的〕

本発明は、前述の従来技術の問題点を解決するためになされたもので、二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管の管外表面に、螺旋曲線に沿つて断続した凹みを設け、管外の伝熱面積を増加させ、また伝熱管外を流れる流体に乱れを与えて伝熱促進効果を付加させるとともに、管内側に突起の辺が曲率を有する連続した円または楕円形状の突起を設けて、流体に乱れを誘起させ高い伝熱性能を得ることを可能とした熱交換器およびその製作方法の提供を、その目的としている。

#### 〔発明の概要〕

本発明に係る熱交換器の構成は、二重管の内側の管の管外周に、別個の伝熱管を螺旋状に巻き付

(5)

とにより第一のリブを設けたのち、さらに追加工により第二の溝を設けた三次元状の面構造を有する管が用いられている。

この面構造を有する伝熱管を、例えば二重管の間に、伝熱管を螺旋状に内側の管外表面に巻き付ける形式の熱交換器の伝熱管に用いたとすると、この面構造の突起形状は丸みを帯びていない鋭角状であり、後に詳述するが角を曲がる流れによりはく離渦を生じ、伝熱管の入出口間の流体の圧力損失が高くなり、流体の駆動力が多く必要となる。また、流体の流れ線に対する垂直な平面に対しては、流体がその部分でよどむために運動エネルギーが衝突の圧力となり、このためその部分が長時間経過するうちに減耗する。伝熱性能については、この減耗によりリブの高さ、リブの形状が最適値から変動するために初期の性能値よりも低くなる。

また、この転造プラグを用いる方法は、一次溝と二次溝を加工しなければならないので、必然的に加工工程が増え、コストアップの要因となつていた。

(4)

けてなる熱交換器において、前記二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管を、その伝熱管の管外表面に形成された少なくとも一条の螺旋曲線に沿つて、断続的に管外表面に凹みの列を設け、その凹み形成にともなつて管内面に、底面および任意の高さにおける横断面形状が円形、楕円形または非対称楕円曲線をなし、その横断面積が高さ方向に減少するような突起の列が形成された伝熱管としたものである。

また、本発明に係る熱交換器の製作方法は、二重管の内側の管の管外周に、別個の伝熱管を螺旋状に巻き付けてなる熱交換器の製作方法において、前記二重管の内側の管の管外周に巻き付けるべき伝熱管を、あらかじめ、先端が円弧状あるいは矩形状の突起をもつ歯車状のロールを当該伝熱管の管外表面に押圧しつつ、少なくとも一条の螺旋曲線に沿つて転動することによつて、当該伝熱管の管外表面に断続的な凹みの列を形成し、その凹み形成にともなつて管内面に、底面および任意の高さにおける断面形状が円形、楕円形または非対称

(6)

楕円曲線をなし、その横断面積が高さ方向に減少するような突起の列を形成するように加工したのち、その加工した伝熱管を、上記二重管の内側の管の管外周に螺旋状に巻き付ける方法である。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の各実施例を第1図ないし第7図を参照して説明する。

まず、第1図は、本発明の一実施例に係る熱交換器の構成を示す部分断面斜視図、第2図は、第1図の伝熱管部の詳細を示す部分断面斜視図、第3図(a), (b), (c)は、第2図に示す伝熱管の管内面に形成される突起の形状を示す正面図、第4図(a'), (b'), (c')は、それぞれ第3図(a), (b), (c)のA-A'矢視、B-B'矢視、C-C'矢視断面図である。

第1図に示す熱交換器は、例えば吸収式温水機、空調機、化学プラントなどに供されるもので、1は、二重管の外側の管、2は、二重管の内側の管、3は、二重管の内側の管2の管外周に、螺旋状に巻き付けた伝熱管を示している。

(7)

(b')に示すように、U字状の凹み5b、あるいは(c')に示すように、非対称形状の凹み5cなど任意形状が考えられ、これらの凹み5の形状に応じて管内面の突起6の形状が定まるものである。

このような管外表面の凹み5の列および管内面の突起6の列を有する伝熱管3を、第1図に示すように二重管の内側の管2の管外周に螺旋状に巻き付けて熱交換器が構成される。

この熱交換器は、二重管の内側の管2の管外周に巻き付けた伝熱管3の内側を流れる流体と、巻き付けられた伝熱管3によつて狭められた二重管のすき間7を流れる流体の間で熱交換が行われるものである。

第2図に示した伝熱管3は、次に述べる方法で容易に製作することができる。

第5図は、本発明の一実施例に係る伝熱管の加工方法を示す説明図である。

第5図に示すように、先端が円弧状あるいは矩形状の突起11をもつ歯車状のロール10を、伝熱管3の管外表面から押し付け、少なくとも一条

(9)

伝熱管3は、第2図に示すように、管外表面に形成された少なくとも一条の螺旋曲線4に沿つて、一定間隔で断続的に凹み5の列が形成されており、これらの凹み5の形成にともなつて、管壁を隔てた管内面に、表面が滑らかな突起6の列が形成されている。

この突起6は、第3図(a)に示すように、正面図が円形の突起6aか、あるいは第3図(b)に示すように楕円形の突起6bか、または(c)に示すように卵形の断面形に類似した非対称の楕円曲線状の形状6cをしている。

また、突起6の底面より高い部分の横断面形状も、それぞれ底面と類似の形状をしていて、それらの断面積は底面積より突起の高さ方向に減少している。また、断面形状は、それぞれリップの辺を区別するような鋭角形状の角張つた線で構成されるのではなく、第3図(a), (b), (c)に示すように曲線で形成されている。

管外表面に形成された凹み5の列は、第4図(a')に示すように、直方体状の凹み5a、また、

(8)

の螺旋曲線に沿つて押圧しつつ転動させることによつて、管外表面に断続的な凹み5の列が形成される。

凹み5の列の円周方向ピッチは、歯車状のロール10に備えられた歯に相当する突起11の円周方向ピッチによつて定められ、また凹み5の深さは、ロール10の押し付け量を調節して決められる。

管内面には、これらの凹み5の形成にともなつて突起6が形成され、円周方向のピッチおよび突起高さが定められる。

なお、ロール10を管軸に対して直角方向に回転させる場合には、各々独立した凹みおよび突起の列を、それぞれ管外、管内面に形成することができる。

ロール10を第5図に示すように螺旋状に進めると、螺旋曲線に沿つた管外表面の凹みおよび管内面の突起の列が形成される。螺旋曲線に沿つて凹みおよび突起を形成する方が工数低減上有利であることは言うまでもない。

(10)

また、第5図には、1個のロール10を用いて一条の螺旋曲線に沿った凹みおよび突起の列を形成する例を示しているが、ロール10を複数個並べて複数条の螺旋曲線に沿った凹みおよび突起の列を形成することも可能である。

このような方法により、管外表面に凹み5を有し、またその凹み5に基づく突起6の横断面形状が円弧形状をしており、突起列方向に切った突起6の縦断面形状が、突起列の長手方向に向つて円弧状に起伏を持つような突起形状をした突起列を管内面に形成することができる。

これらの加工は、前述のように、伝熱管外から、歯車状に突起のついたロールを押し付けて容易に行うことができるので、製作工数の低減上優れた効果がある。

第5図に示す方法で加工された伝熱管3を、第1図に示す二重管の内側の管2の管外周に螺旋状に巻き付けて熱交換器の製作が終る。

本実施例の熱交換器によれば、二重管のすき間7を流れる流体側の伝熱性能は、螺旋状に巻き付

(11)

の構成を示す部分断面斜視図、第7図は、第6図の伝熱管部の詳細を示す部分断面斜視図であり、図中、第1、2図と同一符号の部分は先の実施例と同等部分であるから、その説明を省略する。

第6、7図の例では、伝熱管3Aの管外表面に設けた凹み5の列以外の平滑面上に、フィン間隔を密にした微細フィン12を形成している。

これによつて、先に説明した実施例と同様な効果が期待されるほか、フィン効果によつて、さらに熱伝達率を増進させることが可能である。

また、先に第5図で説明した伝熱管3の加工方法において、伝熱管3の管外表面の凹み5を形成する際に用いられる歯車状のロール10の円弧状あるいは矩形状の突起11を丸味を備えた形状にしておけば、このロールにより形成される凹みの形状に曲率を付与することができる。

このように、伝熱管の管内面に形成される突起に曲率を備えておれば、流体の流れが突起に衝突しても突起の曲率に沿つて流れ、管内面に働く流体の粘性力に起因するせん断応力の作用がより少

(13)

けた伝熱管3により流れ断面積が変化して流れが擾乱され、さらに伝熱管3の管外表面の凹み5によりさらに細かく流れ断面積が変動し、流れが、凹み5の部分で局部的に加速または減速されて伝熱促進効果を生じる。

また、伝熱管3の管内伝熱面は、各々の突起6の後流に渦が形成される。この渦は、突起6の部分で局部的に流れ断面積が狭まることによつて主流が加速され、流体の静圧力が低下し、突起6の無い部分との間に圧力差を生じ、流体が圧力の高い部分から低い部分に流れ、これらの流れが合成され管軸方向に回転軸をもつ縦渦を生じ、この縦渦の作用により高い伝熱促進が可能である。

さらに、この伝熱管3の内外表面の凹みおよび突起列の配置を、伝熱管流れ方向の隣り合う突起が互い違いの千鳥状になるように配列すれば、熱伝達率はさらに増加する。

次に、本発明の他の実施例を第6図および第7図を参照して説明する。

第6図は、本発明の他の実施例に係る熱交換器

(12)

なくなり、流体のせん断応力に起因する潰食の作用が小さくなるので、伝熱管の耐腐食性を向上する効果がある。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明によれば、二重管の内側の管の管外周に巻き付ける伝熱管の管外表面に、螺旋曲線に沿つて断続した凹みを設け、管外の伝熱面積を増加させ、また伝熱管外を流れる流体に乱れを与えて伝熱促進効果を付加させるとともに、管内側に突起の辺が曲率を有する連続した円または楕円形状の突起を設けて、流体に乱れを誘起させ高い伝熱性能を得ることを可能にした熱交換器およびその製作方法を提供することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例に係る熱交換器の構成を示す部分断面斜視図、第2図は、第1図の伝熱管部の詳細を示す部分断面斜視図、第3図(a)、(b)、(c)は、第2図に示す伝熱管の管内面に形成される突起の形状を示す正面図、第4図(a')、(b')、

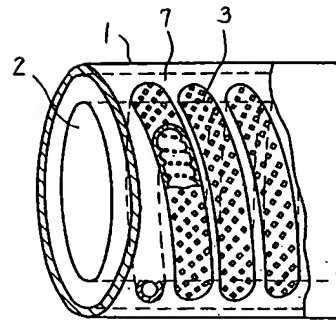
(14)

(c') は、それぞれ第3図(a), (b), (c)のA-A' 矢視、B-B' 矢視、C-C' 矢視断面図、第5図は、本発明の一実施例に係る伝熱管の加工方法を示す説明図、第6図は、本発明の他の実施例に係る熱交換器の構成を示す部分断面斜視図、第7図は、第6図の伝熱管部の詳細を示す部分断面斜視図である。

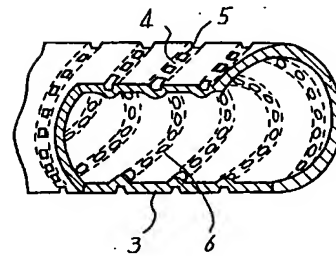
2…二重管の内側の管、3, 3A…伝熱管、4…螺旋曲線、5…凹み、6…突起、10…ロール、11…突起、12…微細フィン。

代理人 弁理士 小川勝男

第 1 図

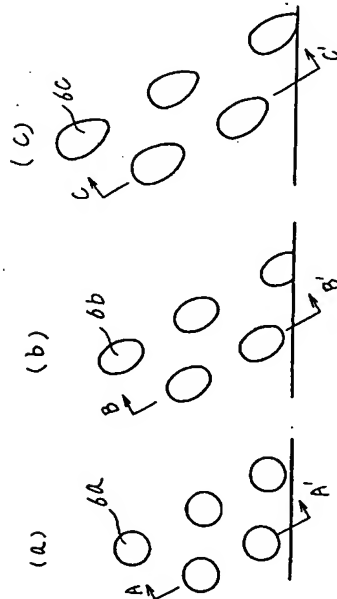


第 2 図

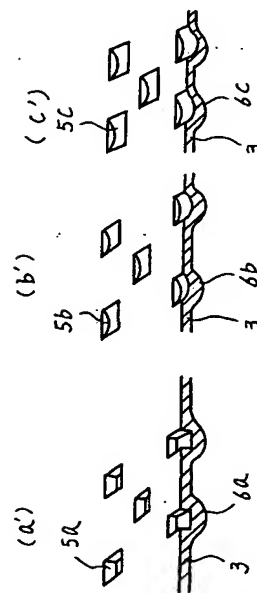


(15)

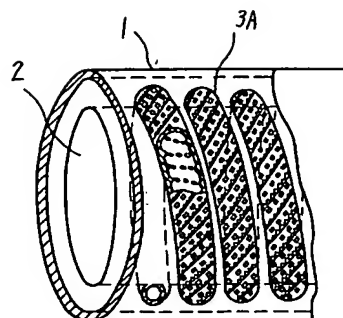
第 3 図



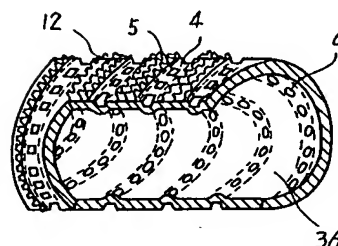
第 4 図



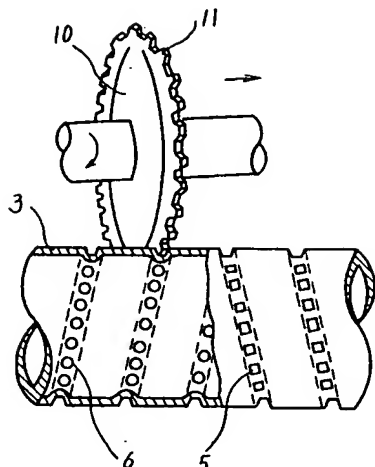
第 6 図



第 7 図



第 5 図



## 手続補正書(方式)

昭和 60 年 6 月 25 日

特許庁長官 殿

## 1. 事件の表示

昭和 60 年 特許願 第 34390 号

## 2. 発明の名称

熱交換器およびその製作方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 (510) 株式会社 日立製作所

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

名 称 (512) 日立電機株式会社

代表者 橋本博治

## 4. 代理人

居 所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号  
株式会社日立製作所内 電話 東京 212-1111 (大代表)

氏 名 (6850) 弁護士 小川 勝 男

## 5. 補正命令の日付 昭和60年6月25日(発送日)

## 6. 補正の対象 (1) 図面

(2) 明細書の図面の誤謬を説明の欄

## 7. 補正の内容 (1) 第4図を別紙のとおり補正する。

(2) 明細書第14頁第20行目から次頁第1行目に  
「第4図(a),(b),(c)」とあるのを「第4図(a),(b)  
, (c)」に訂正する